

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 11-341000

(43)Date of publication of application : 10.12.1999

(51)Int.Cl.

H04L 12/28
H04Q 3/00

(21)Application number : 10-146739

(71)Applicant : NEC CORP

(22)Date of filing : 28.05.1998

(72)Inventor : TANABE HISASHI

(54) CALCULATOR FOR QOS GUARANTEE BAND

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To design a band corresponding to the state of a queue determined based on the band, the buffer length and the QoS request by calculating the required band using the specific condition that probability for a queue length to exceed (x) is less than ϵ ; as a QoS reference when a service rate is (c).

$$\sigma_1^2 \quad I$$

SOLUTION: This device is provided with a measuring means for variance average rate arranged on the preceding stage of a queue for band allocation and a calculating means for calculating the required band based on a measured value obtained by the means for measuring variance average rate. Then, an estimate value shown by an expression I of sample variance with traffic volume A(t) to achieve within fixed time (t) and an estimate value (m) of the average rate are calculated.

$$x \geq m + \sqrt{2 \sigma_1^2 \ln \frac{1}{\epsilon}} \quad II$$

Further, regular approximation is used for the distribution of the traffic volume A(t) while using the inequality of $\sup_t \Pr\{A(t) > x + ct\} < \epsilon$; (condition 1) as the QoS reference that probability for the queue length to exceed (x) is less than when the service rate of (c), the condition 1 is approximate to an expression II and the required band is calculated.

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平11-341000

(43) 公開日 平成11年(1999)12月10日

(51) Int. Cl.⁵

H 0 4 L 12/28

H 0 4 Q 3/00

識別記号

F I

H 0 4 L 11/20

H 0 4 Q 3/00

G

審査請求 有 請求項の数4 OL (全 6 頁)

(21) 出願番号 特願平10-146739

(22) 出願日 平成10年(1998)5月28日

(71) 出願人 000004237

日本電気株式会社

東京都港区芝五丁目7番1号

(72) 発明者 田部 尚志

東京都港区芝五丁目7番1号 日本電気株式会社内

(74) 代理人 弁理士 京本 直樹 (外2名)

(54) 【発明の名称】 QoS保証帯域の算出装置

(57) 【要約】

【課題】 帯域、バッファ長、QoS要求に基づいて定まるキューの状態に応じて帯域の設計をおこなうシステムを提供する。

【解決手段】 一定時間tに到着するトラフィック量A(t)の標本分散の推定値

【数1】

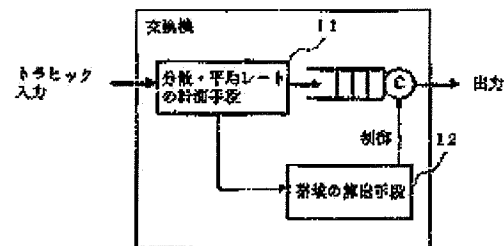
$$\sigma_t^2$$

と平均レート m を計測する手段11と、サービスレートがcであるとき、キュー長がxを超える確率が ε 以下であるというQoS基準として、 $\sup_{t \geq 0} \Pr(A(t) > x + ct) < \varepsilon$ を用い、前記トラフィック量A(t)の分布に関して正規近似を用い、

【数2】

$$x + \varepsilon \sigma_t m \sqrt{2 \ln 2 / \varepsilon}$$

と近似し、必要帯域の算出を行う手段12とを含んで構成される。



1

【特許請求の範囲】

【請求項1】 サービスレートが c であるとき、キュー長が x を越える確率が ε 以下であるというQoS基準として、 $\sup_i >_0 \Pr(A(i) > x + ci) < \varepsilon$ (以下条件1という)を用い、必要帯域の算出を行う手段を含んで構成されることを特徴とするQoS保証帯域の算出装置。

【請求項2】 一定時間 t に到着するトラヒック量 $A(t)$ の標本分散の推定値

【数1】

*10

$$x + c t \geq m t + \sqrt{-2 \sigma_t^2 \log \varepsilon}$$

(以下条件2という)と近似し、必要帯域の算出を行う手段とを含んで構成されることを特徴とするQoS保証帯域の算出装置。

【請求項3】 前記一定時間 t を、キューのbusy period (キュー長が0でない時間)の統計値 b 、キューのサービスレート c 、平均レートの統計値 m の関数 $f(b, c, m)$ で求めることを特徴とする請求項2記載のQoS保証帯域の算出装置。

【請求項4】 一定時間 t の間に到着するトラヒック量の計測を N 回繰り返し、 i 番目の計測でカウントされたトラヒック量を A_i とし、計測期間中に到着した総トラヒック量を総計測期間で割ったものを平均レートの推定値 m とし、前記一定時間 t に到着するトラヒック量 $A(t)$ の標本分散の推定値を

【数3】

$$\sigma_t^2 = \frac{1}{N-1} \sum_{i=1}^N (A_i^2 - (m_0 t_0)^2)$$

として求めることを特徴とする請求項2に記載のQoS保証帯域の算出装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、通信ネットワークの伝送帯域を割り当てる帯域割当装置に関し、特にトラヒックの計測に基づくQoS保証帯域を算出し割り当てる方法に関する。

【0002】

【従来の技術】 一般に、伝送帯域やバッファ量などのネットワークリソースサイズの算出は、トラヒックモデルに基づいて行なわれる。例えば、トラヒックを Markov Modulated Poisson Process (MMPP) でモデル化し、解析的な手法で要求されたQoSパフォーマンスを満たす伝送帯域やバッファ量を算出する手法が「Heffes, et al.: A Markov Modulated Characterization of Packetized Voice and Data Traffic

*

2
 σ_t^2

と平均レートの推定値 m を計測する手段と、サービスレートが c であるとき、キュー長が x を越える確率が ε 以下であるというQoS基準として、 $\sup_i >_0 \Pr(A(i) > x + ci) < \varepsilon$ (以下条件1という)を用い、前記トラヒック量 $A(t)$ の分布に関して正規近似を用い、前記条件1を

【数2】

c and Related Statistical Multiplexer Performance 1986年9月、アイ・イー・イー・イー・ジャーナル・オン・セレクトッド・エリアズ・イン・コミュニケーションズ、第4巻、第6号856-867頁、米国 (IEEE JSAC Vol. SAC-4, No. 6, p. 856-867, SEPTEMBER, 1986)」で提案されている。

20

【0003】 また、特定のトラヒックモデルを指定せず、リアルタイムの計測値をもとにネットワークリソースサイズを算出する方法としては、「Duffield et al.: Entropy of ATM Traffic Streams: A Tool for Estimating QoS Parameters 1995年8月、アイ・イー・イー・イー・ジャーナル・オン・セレクトッド・エリアズ・イン・コミュニケーションズ、第13巻、第6号981-990頁、米国 (IEEE JSAC Vol. 13, No. 6, p. 981-990, AUGUST, 1995)」で提案されている。

30

【0004】 図2を用いてDuffieldの方法を説明する。この方式ではQoS基準としてバッファ溢れ率を用いる。サービスレートが c であるとき、キュー長が x を越える確率が ε 以下であるというQoS基準を満たすために、以下のような評価式を用いる。

【0005】 計測期間 t 、計測回数 N を定める。 t 時間の間のセル到着数をカウントし、 A_i とする。これを N 回繰り返したものを A_1, A_2, \dots, A_N とする。「 $t \cdot N$ = 総計測時間」となる。ただし、 t は隣接する計測値 A_i, A_{i+1} の間の相関が無視できる程大きく、 N は A_1, A_2, \dots, A_N によって得られる経験分布が実際の分布に十分近くなるよう大きくとる必要がある。 A_1, A_2, \dots, A_N によって得られる t 時間のセル到着数の経験分布を記録しておく。

【0006】

【数4】

40

$$\theta_{N,t}^* = \sup \left\{ \theta; \frac{1}{t} \log \left(\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N \exp(\theta A_i) \right) \leq c\theta \right\}$$

【0007】とする。

【0008】上述のQoS基準を満たすためのサービスレート c とバッファ長 x の関係を記述する式としては、

【0009】

【数5】

$$\exp(-\theta_{N,t}^* \cdot x) \leq \varepsilon$$

【0010】を用いる。

【0011】

【発明が解決しようとする課題】トラヒックモデルによって帯域を算出する方法には二つの課題がある。

【0012】ひとつは、実際のトラヒックを表現するトラヒックモデルを特定することが難しいことであり、もう一つの問題点は、モデルが複雑になるにつれて極端に解析が難しくなり、計算量も増大する傾向にあることである。トラヒックモデルとして上記のMMPPを使用した場合、計算量はMarkov processの状態数の2乗に比例して増大し、かつ評価しようとするキュー長の大きさに比例して増大する。

【0013】また、Duf fieldの方式においては、計測期間 t を大きく設定しなければならず総計測時間が大きくなってしまおうという課題があった。

【0014】その理由は、トラヒックの極限時間における性質をもとに、帯域の算出を行なう方法であるため、 t は無限大時間でのトラヒックの性質を近似できるほど*

$$x + c t \geq m t + \sqrt{-2 \sigma_t^2 \log \varepsilon}$$

【0021】(以下条件2という)と近似し、必要帯域の算出を行う手段とを含んで構成される。

【0022】

【発明の実施の形態】次に、本発明の実施の形態について図面を参照して詳細に説明する。以下の説明において、記号 $A(t)$ は t 時間に到着するトラヒック量を表す確率変数を表す。トラヒック量は、ATMネットワークにおいては到着セル数、IPネットワークにおいては到着パケットの総バイト数であらわされる。

【0023】図1を参照すると、本発明は帯域割り当て機能を待つ交換機内に実装される。本発明の一実施の形態は、帯域割り当てを行うキューの前段に配置される分散・平均レートの計測手段11と、分散・平均レートの計測手段11によって得られた計測値に基づいて必要帯域を計算する帯域の算出手段12を含む。

【0024】図3を参照すると、分散・平均レートの計測手段11は計測時間 t 、を得る処理31と、 t 、時間の到着トラヒック量を反復して計測する処理32と t 時間の到着トラヒック量の分散 $\text{Var}[A(t)]$ の推定値

*十分に大きくなければならないためである。

【0015】本発明の目的は、帯域、バッファ長、QoS要求に基づいて定まるキューの状態に応じて帯域の設計をおこなうシステムを提供することにある。

【0016】

【課題を解決するための手段】本発明によるQoS保証帯域の算出装置は、計測期間 t の間に到着するトラヒック量 $A(t)$ が正規分布するという仮定に基づいて得られた条件1、条件2を使用したことを特徴としている。

【0017】具体的には、本発明のQoS保証帯域の算出装置は、一定時間 t に到着するトラヒック量 $A(t)$ の標本分散の推定値

【0018】

【数6】

$$\sigma_t^2$$

【0019】と平均レートの推定値 m を計測する手段と、サービスレートが c であるとき、キュー長が x を超える確率が ε 以下であるというQoS基準として、 $\sup_i > \Pr(A(t) > x + c t) < \varepsilon$ (以下条件1という)を用い、前記トラヒック量 $A(t)$ の分布に関して正規近似を用い、前記条件1を

【0020】

【数7】

【0025】

【数8】

$$\sigma_t^2$$

【0026】を算出すると同時に平均レートの推定値 m を算出する処理33からなる。

【0027】帯域の算出手段12は

【0028】

【数9】

$$\sigma_t^2, m$$

【0029】を用いて必要帯域を計算する。

【0030】次に、本実施の形態の動作について詳細に説明する。QoS基準としてバッファ溢れ率を対象とする。サービスレートが c であるとき、キュー長が x を超える確率が ε 以下であるというQoS基準の代わりに、 $\sup_i > \Pr(A(t) > x + c t) < \varepsilon$ (条件1)を使用する。

【0031】さらに、 $A(t)$ の分布に関しては正規近似を用いる。すなわち、定常な到着過程 $A(t)$ の平均

セル到着レートが m 、分散が σ^2 であるとき、 A * [0032]
 $(t) \sim N(mt, \sigma^2)$ とすると、Chernof [数10]
 f boundを適用することにより、 *

$$\Pr(A(t) > x + ct) \leq \exp\left(-\frac{(x + ct - mt)^2}{2\sigma_t^2}\right)$$

[0033] が成り立つ。 ※ [0035]

[0034] 右辺 $\leq \varepsilon$ から、条件1は ※ [数11]

$$x + ct \geq mt + \sqrt{-2\sigma_t^2 \log \varepsilon} \quad (\forall t)$$

[0036] (条件2) となる。

[0037] 条件2の不等式で等式を与える t を t_0 とし、キューのタイムスケールと呼ぶことにする。これらの近似を使うことで必要帯域を算出する計算量を低く抑えることができる。

[0038] 例えば、バッファサイズ x である場合の必要帯域を求める場合は、

[0039]

[数12]

$$c = m + \frac{\sqrt{-2\sigma_{t_0}^2 \log \varepsilon - x}}{t_0}$$

[0040] となる。

[0041] t が増えても $A(t)$ の分布の拡がり t に比例して増え続けることはないから、キューのタイムスケールはソースの有限時間での性質を示す値である。

[0042] 図3を参照して分散・平均レートの算出手段12において行なわれる手続きの詳細を説明する。バッファ溢れ率要求を現在の値 ε_0 から ε へ変更したい場合の手続きを説明する。処理31においてキューのタイムスケール t_0 を得て、これを計測期間とする。処理32において、 t_0 時間の間に到着するトラヒック量の計測を N 回繰り返す。処理33において、計測期間中に到着した総トラヒック量を総計測期間で割ったものを平均レートの推定値 m とする。 t_0 時間の間に到着したトラヒック量の計測結果で、 i 番目の反復でカウントされたトラヒック量を A_i であらわすとする。これを N 回繰り返えし、 $\text{Var}[A(t)]$ の推定値を [0043]

[数13]

$$\sigma_{t_0}^2 = \frac{1}{N-1} \sum_{i=1}^N (A_i^2 - (m t_0)^2)$$

[0044] とする。

[0045] 図4を参照して帯域の算出手段12で行われる手続きの詳細を解説する。現在のバッファ量を x 、

バッファ溢れ率要求 ε 、とすると必要帯域は

[0046]

[数14]

$$c_0 = m_0 + \frac{\sqrt{-2\sigma_{t_0}^2 \log \varepsilon_0 - x_0}}{t_0}$$

[0047] であったと考えられる(41)。

[0048] バッファ溢れ率要求を現在の値 ε_0 から ε へ変更したい場合の必要帯域を

[0049]

[数15]

$$c = m_0 + \frac{\sqrt{-2\sigma_{t_0}^2 \log \varepsilon - x_0}}{t_0}$$

[0050] で求める(42)。

[0051] 新しく求められた値 c に帯域を変更し、分散・平均レートの計測手段にもどる。

[0052]

[数16]

$$m, \sigma_{t_0}^2$$

[0053] を求める際には、 A_1, A_2, \dots, A_N の全ての情報あるいは A_1, A_2, \dots, A_N から得られる経験分布を記憶する必要はないので、Duffieldの方式と比較してメモリの消費量が少なくてすむ。

[0054] また、トラヒックモデルとしてMMPPを使用し必要帯域を解析的に評価する場合と比べて単純な帯域計算式を使用しているため、必要帯域を高速に算出することができる。計測期間は $A(t)$ の $t \rightarrow \infty$ のときの性質を捉えるほど大きいものである必要はないので、総計測時間を小さくすることができる。

[0055] 提案方式の有効性を検証するため、2状態のMMPPソースによるシミュレーションをおこなった。シミュレーションに使ったソースは、平均350msのon期間中に431 cell/secでセルをボアソン送出し、平均650msのoff期間にはセルをまったく送出しないinterrupted Poisson processで、以下の生成作用素行列 Q とレート行列 Λ を持つ：

50 [0056]

【数17】

$$Q = \begin{bmatrix} -1000/350 & 1000/350 \\ 1000/650 & -1000/650 \end{bmatrix}, \quad \Lambda = \begin{bmatrix} 0 & 0 \\ 0 & 431 \end{bmatrix}.$$

【0057】このソースの定常確率分布は $\pi = (13/20, 7/20)$ 、平均レートは $\lambda_{ss} = 150.85 \text{ cell/sec}$ となる。この評価においては、キューのタイムスケールは、セル溢れ率 10^{-3} 場合のMMPソースの解析値より得られた値、 $t_c = 0.137$ を使った。

【0058】提案方式は期間 t_c のセル数の計測を100回反復しておこない、分散値

【0059】

【数18】

$$\sigma_{t_0}^2$$

*

QoSと方式による帯域推定値

required QoS	10^{-4}	10^{-5}	10^{-6}
解析 cell/s	653.3	743.9	849.4
提案方式 cell/s	743.9	846.9	937.6

【0064】表から、QoSを 10^{-4} から 10^{-5} へ、 10^{-5} から 10^{-6} へと変化させると、必要帯域を安全側に保ちながら変化させられることが分かる。

【0065】本発明の他の実施の形態として、キューのタイムスケール t_c を、キューのbusy period（キュー長が0でない時間）の統計値 b 、キューのサービスレート c 、平均レートの統計値 m の関数 $f(b, c, m)$ で構成してもよい。

【0066】

【発明の効果】以上説明したように、本発明においては次のような効果を奏する。

【0067】第1の効果は、実際のトラヒックが従うモデルを特定しなくてもよいことにある。

【0068】その理由は、トラヒックモデルを利用して帯域設計をしていないからである。

【0069】第2の効果は、計算リソースが少なくすむことにある。

【0070】その理由は、計算するためにはトラヒックの平均レートの推定値と、キューのタイムスケールの間

*【0060】と平均レート m_c を得た。

【0061】従って総計測時間は、 $100 \times 0.137212 = 13.7$ 秒となる。

【0062】バッファが10cellである場合の結果を示す。バッファ溢れ率要求を10の-4乗、10の-5乗、10の-6乗と変化させて、解析で得られた真の必要帯域、提案方式のシミュレーションにより算出された帯域を表に示す。

【0063】

【表1】

に到着するトラヒックの標本分散だけ計測すればよく、また単純な帯域算出式を使用しているためである。

【0071】第3の効果は、計測時間が短くてすむことにある。

【0072】その理由は、キューのタイムスケール t_c は、 $A(t)$ が $t \rightarrow \infty$ のときの性質を備えるほど長時間である必要がないからである。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の構成を示す流れ図である。

【図2】従来の技術の説明図である

【図3】分散・平均レートの計測手段11の説明図である。

【図4】帯域の算出手段12の説明図である。

【符号の説明】

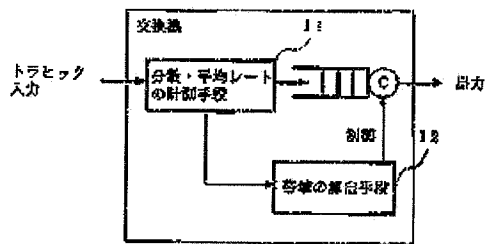
11 分散・平均レートの計測手段

12 帯域の算出手段

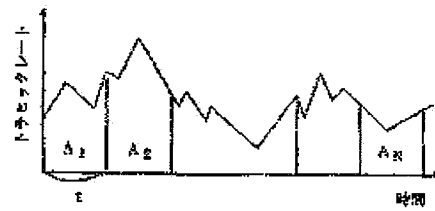
31～33 処理部

41～42 処理部

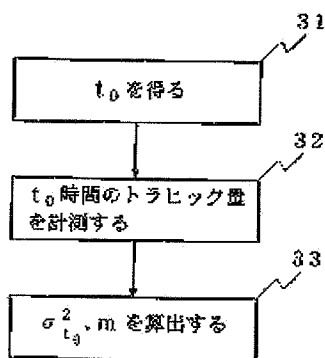
【図1】



【図2】



【図3】



【図4】

